

DaimlerChrysler AG

12.07.2004
Auslandsfassung

KURBELWELLE MIT KOMBINIERTEM SOWIE VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG UND DEREN
VERWENDUNG

Die Erfindung betrifft eine Kurbelwelle mit kombiniertem Antriebszahnrad sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung und deren Verwendung. Derartige Kurbelwellen sind bereits aus der DE19517506A1 bekannt.

Motoren mit hohen leistungsdichten und Zünddrücken, zum Beispiel Dieselmotoren, benötigen Kurbelwellen mit kombiniertem Antriebszahnrad, die insbesondere in ihrem Verbindungsbereich hohen Belastungen gewachsen sind. Daher werden in der Regel geschmiedete Stahl-Kurbelwellen verwendet, an die gehärtete Zahnräder mittels Stoff- (Schweissen), Form- (Schrauben) oder Reibschlüssigen (Passungen) Verbindungsverfahren gefügt werden.

So wird beispielsweise gemäß der DE19517506A1 das Zahnrad an die Kurbelwelle angeschraubt.

Erhöhte Belastbarkeit von Kurbelwellen kann gemäß der JP59129730A auch durch Austem pern der Welle und weitere Bearbeitungsschritte erzielt werden.

Die Zahl der Verfahrensschritte zur Herstellung einer Kurbelwelle mit kombiniertem Antriebszahnrad bedingt vergleichswei-

se lange Herstellungszeiten und verursacht entsprechend hohe Kosten.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, ein Verfahren mit weniger Verfahrensschritten zur Herstellung einer Kurbelwelle mit kombiniertem Antriebszahnrad sowie die daraus resultierende Kurbelwelle anzugeben.

Die Erfindung ist in Bezug auf die zu schaffende Kurbelwelle durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 wiedergegeben. Die Erfindung ist in Bezug auf das zu schaffende Verfahren durch die Merkmale des Patentanspruchs 2 wiedergegeben. Patentanspruch 4 gibt eine bevorzugte Verwendung an. Patentanspruch 3 enthält eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die Aufgabe wird bezüglich der zu schaffenden Kurbelwelle erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Kurbelwelle mit kombiniertem Antriebszahnrad in einem Stück gegossen sind.

Der Vorteil dieser Ausgestaltung besteht in den niedrigeren Herstellungskosten infolge des Wegfalls des Fügeschritts sowie der im Vergleich zum Schmieden kurzen Gusszeit. Darüber hinaus besteht beim Gießen eine erhöhte Designfreiheit.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Kurbelwelle mit kombiniertem Antriebszahnrad aus austempered ductile iron (ADI) - besteht. Dabei handelt es sich um ein Gusseisen mit Kugelgraphit, das durch gezielte Wärmebehandlung (Austempern) u.a. verbesserte Verschleißeigenschaften aufweist.

Vorteilhaft ist hier einerseits das verringerte Gewicht - ADI hat ein um circa 10 Prozent geringeres Gewicht als der üblicherweise verwendete Stahl. Andererseits weist ADI hervorra-

gende thermische und mechanische Kennwerte auf, insbesondere hohe Festigkeit bis zu 1600 N/mm².

Durch diese positiven Eigenschaften des Werkstoffs ADI kann auf die üblicherweise erforderliche Härtung des Zahnrades komplett verzichtet werden.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung weist der Bereich des Zahnrades eine erhöhte Härte gegenüber dem restlichen Gußteil auf. Dies ist durch geeignete unterschiedlich gesteuerte Temperaturführung während der Wärmebehandlung der verschiedenen Gußteilbereiche erreichbar. Eine additive oder alternative Erhöhung der Härte ist durch eine Kaltverfestigung (sog. Festigkeitsstrahlen) möglich.

Eine weitere additive oder alternative Möglichkeit zur lokalen Erhöhung der Härte des Gußteils, z.B. der Zähne, besteht darin, lokal Carbide in die Schmelze einzubringen. Dies kann über carbidhaltige Schlichten erfolgen. Man erhält eine ADI-Mikrostruktur mit zusätzlich eingebrachten Carbiden (sog. carbidic ADI = CADI). So gehärtete Bereiche weisen eine erhöhte Verschleißbeständigkeit auf.

Die Aufgabe wird bezüglich des zu schaffenden Verfahrens zur Herstellung einer Kurbelwelle erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Kurbelwelle mit kombiniertem Antriebszahnrad in einem Stück gegossen werden.

Besonders vorteilhaft ist es, zum Gießen Basislegierungen zu verwenden, die zum austempen geeignet sind. Dadurch kann die Kurbelwelle mit kombiniertem Antriebszahnrad zunächst formvollendet hergestellt werden und danach getempert (wärmebehandelt) werden, wobei sich die vorteilhaften mechanischen

und thermischen Eigenschaften des ADI (austempered ductile iron) ausbilden. Alternativ kann die Wärmebehandlung auch direkt nach dem Gießen erfolgen und sich daran eine evtl. anwendungsspezifisch erforderliche Endbearbeitung anschließen.

Vorteilhaft ist auch die Härtung von Teilbereichen des Gußteils, z.B. der Zähne. Sie kann durch lokal unterschiedliche Steuerung der Wärmebehandlung und/oder lokale Kaltverfestigung, z.B. durch Festigkeitsstrahlen, und/oder lokales Einbringen carbidhaltiger Schichten in die Gießform erfolgen.

Besonders vorteilhaft lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren beim Kokillengießen (Dauerformen) einsetzen. Dabei lassen sich einerseits die Zahnradbereiche besonders formgenau gießen und andererseits ist bereits eine zumindest teilweise Wärmebehandlung in der Gussform möglich.

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung einer erfindungsgemäßen Kurbelwelle mit kombiniertem Antriebszahnrad in einem Diesel-Kraftfahrzeug, da dessen Motoren besonders hohen Belastungen unterworfen sind.

Die erfindungsgemäße Kurbelwelle mit kombiniertem Antriebszahnrad erweist sich als besonders geeignet für die Anwendung in Automobilen. Sie kann aber auch in anderen Bereichen, in denen sie hohen Belastungen ausgesetzt ist, besonders vorteilhaft verwendet werden. Beispielhaft seien der Schiffs- und Flugzeugbau genannt, aber auch stationäre Anwendungen, z.B. Generatoren.

DaimlerChrysler AG

12.07.2004

Patentansprüche

1. Kurbelwelle mit kombiniertem Antriebszahnrad,
beide in einem Stück gegossen,
wobei Kurbelwelle und Zahnrad unterschiedliche Härte auf-
weisen,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass beide aus austempered ductile iron (adi) bestehen,
dass das Zahnrad eine erhöhte Dauerfestigkeit durch Festigkeitsstrahlen und/oder eine erhöhte Verschleißbeständigkeit durch Einbringen carbidhaltiger Schichten aufweist.
2. Verfahren zur Herstellung einer Kurbelwelle mit kombiniertem Antriebszahnrad,
bei dem beide in einem Stück gegossen werden,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass eine für austempered ductile iron (adi) geeignete Basislegierung als Gussmaterial verwendet und wärmebehandelt wird, wobei die Wärmebehandlung lokal unterschiedlich gesteuert wird,
dass lokal die Dauerfestigkeit durch Festigkeitsstrahlen und/oder lokal die Verschleißbeständigkeit durch Einbringen carbidhaltiger Schichten erhöht werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass es beim Kokillengießen eingesetzt wird.
4. Verwendung einer Kurbelwelle nach Anspruch 1 für ein Diesel-Kraftfahrzeug.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/009387

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 C21D9/30 F16C3/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C21D F16C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| Y | PUTATUNDA S K: "Development of austempered ductile cast iron with simultaneous high yield strenght and fracture toughness by a novel two-step austempering process" MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING A: STRUCTURAL MATERIALS: PROPERTIES, MICROSTRUCTURE & PROCESSING, LAUSANNE, CH, vol. A315, 30 September 2001 (2001-09-30), pages 70-80, XP002269143 ISSN: 0921-5093 page 70 | 1-4 |
| Y | WO 00/47362 A (UNITED ENG FORGINGS LTD ; HOYES MICHAEL EDWARD (GB)) 17 August 2000 (2000-08-17) page 1, line 16 - page 2, line 14; figure 1 ----- -/-- | 1-3 |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 November 2004

Date of mailing of the international search report

11/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rischard, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/009387

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| Y | KOVACS SR B V: "DEVELOPMENT OF AUSTEMPERED DUCTILE IRON (ADI) FOR AUTOMOBILE CRANKSHAFTS" JOURNAL OF HEAT TREATING, SPRINGER VERLAG, NEW YORK, US, vol. 5, no. 1, 1987, pages 55-60, XP000000319 ISSN: 0190-9177 page 57 | 4 |
| A | EP 0 968 868 A (BRAMCOTE LIMITED) 5 January 2000 (2000-01-05) the whole document | 1-4 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0082, no. 51 (C-252), 16 November 1984 (1984-11-16) & JP 59 129730 A (TOYOTA JIDOSHA KK), 26 July 1984 (1984-07-26) abstract | 1-4 |
| A | US 6 258 180 B1 (KORPI DAN ET AL) 10 July 2001 (2001-07-10) column 3, lines 1-20 | 1-4 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/009387

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 0047362 | A | 17-08-2000 | GB 2346670 A | 16-08-2000 |
| | | | AT 237427 T | 15-05-2003 |
| | | | BR 0008144 A | 06-11-2001 |
| | | | DE 60002169 D1 | 22-05-2003 |
| | | | EP 1150798 A1 | 07-11-2001 |
| | | | WO 0047362 A1 | 17-08-2000 |
| | | | JP 2002536189 T | 29-10-2002 |
| | | | SK 11212001 A3 | 05-03-2002 |
| EP 0968868 | A | 05-01-2000 | EP 0968868 A1 | 05-01-2000 |
| JP 59129730 | A | 26-07-1984 | JP 1708321 C | 11-11-1992 |
| | | | JP 3072686 B | 19-11-1991 |
| US 6258180 | B1 | 10-07-2001 | NONE | |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C21D9/30 F16C3/08

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 C21D F16C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| Y | PUTATUNDA S K: "Development of austempered ductile cast iron with simultaneous high yield strenght and fracture toughness by a novel two-step austempering process" MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING A: STRUCTURAL MATERIALS: PROPERTIES, MICROSTRUCTURE & PROCESSING, LAUSANNE, CH, Bd. A315, 30. September 2001 (2001-09-30), Seiten 70-80, XP002269143 ISSN: 0921-5093 Seite 70 | 1-4 |
| Y | WO 00/47362 A (UNITED ENG FORGINGS LTD ; HOYES MICHAEL EDWARD (GB)) 17. August 2000 (2000-08-17) Seite 1, Zeile 16 - Seite 2, Zeile 14; Abbildung 1 | 1-3 |
| | -/- | |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. November 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

11/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rischard, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|-----------|---|--------------------|
| Y | KOVACS SR B V: "DEVELOPMENT OF AUSTEMPERED DUCTILE IRON (ADI) FOR AUTOMOBILE CRANKSHAFTS" JOURNAL OF HEAT TREATING, SPRINGER VERLAG, NEW YORK, US, Bd. 5, Nr. 1, 1987, Seiten 55-60, XP000000319 ISSN: 0190-9177 Seite 57 | 4 |
| A | EP 0 968 868 A (BRAMCOTE LIMITED) 5. Januar 2000 (2000-01-05) das ganze Dokument | 1-4 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0082, Nr. 51 (C-252), 16. November 1984 (1984-11-16) & JP 59 129730 A (TOYOTA JIDOSHA KK), 26. Juli 1984 (1984-07-26) Zusammenfassung | 1-4 |
| A | US 6 258 180 B1 (KORPI DAN ET AL) 10. Juli 2001 (2001-07-10) Spalte 3, Zeilen 1-20 | 1-4 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/009387

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|
| WO 0047362 | A | 17-08-2000 | GB | 2346670 A | 16-08-2000 |
| | | | AT | 237427 T | 15-05-2003 |
| | | | BR | 0008144 A | 06-11-2001 |
| | | | DE | 60002169 D1 | 22-05-2003 |
| | | | EP | 1150798 A1 | 07-11-2001 |
| | | | WO | 0047362 A1 | 17-08-2000 |
| | | | JP | 2002536189 T | 29-10-2002 |
| | | | SK | 11212001 A3 | 05-03-2002 |
| EP 0968868 | A | 05-01-2000 | EP | 0968868 A1 | 05-01-2000 |
| JP 59129730 | A | 26-07-1984 | JP | 1708321 C | 11-11-1992 |
| | | | JP | 3072686 B | 19-11-1991 |
| US 6258180 | B1 | 10-07-2001 | KEINE | | |